

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
24. Dezember 2003 (24.12.2003)

PCT

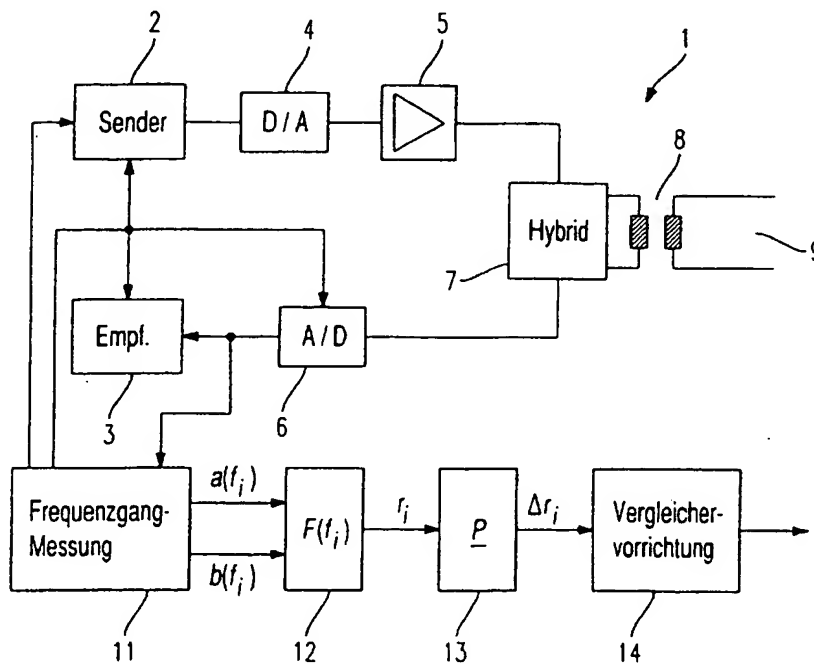
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 03/107639 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation?: H04M 3/30, H04L 25/02
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP03/05333
- (22) Internationales Anmeldedatum: 21. Mai 2003 (21.05.2003)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 102 26 348.5 13. Juni 2002 (13.06.2002) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): INFINEON TECHNOLOGIES AG [DE/DE]; St-Martin-Strasse 53, 81669 München (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): SCHENK, Heinrich [DE/DE]; Fatimastr. 3, 81476 München (DE).
- (74) Anwalt: CHARLES, Glyndwr; Reinhard, Skuhra, Weise & Partner GbR, Friedrichstrasse 31, 80801 München (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (national): CN, JP, KR, US.
- (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND CIRCUIT ARRANGEMENT FOR RECOGNISING LOAD COILS

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND SCHALTANORDNUNG ZUM ERKENNEN VON PUPINSPULEN



- 2 TRANSMITTER  
3 RECEIVER  
11 FREQUENCY RESPONSE MEASUREMENT  
14 COMPARATOR

(57) Abstract: The invention relates to a method and a circuit arrangement for recognising loaded coils in a telecommunication line. Periodic transmission symbols are transmitted by a transmitter (2, 4, 5) in order to recognise the load coils. An analog received signal is received by a receiving device (3, 6), which is then scanned and further processed. The frequency response of the received signal is determined for a predetermined number of frequency points in a predetermined frequency range, a function having function values ( $\langle F \rangle(f_i)$ ) is calculated from the real part and the imaginary part of the frequency response of the received signal and a differential vector ( $\Delta r_i$ ) is determined from the function values ( $\langle F \rangle(f_i)$ ) by a calculating unit (11, 12, 13, 14, 15). A criterion is derived from the components of the differential vector ( $\Delta r_i$ ) which indicates whether a load line is present.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 03/107639 A1

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

---

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Schaltanordnung zum Erkennen von Pupinspulen in einer Telekommunikationsleitung. Um Pupinspulen zu erkennen werden periodische Sendesymbole durch eine Sendevorrichtung (2, 4, 5) ausgesendet, ein analoges Empfangssignal durch eine Empfangsvorrichtung (3, 6) empfangen, abgetastet und weiterverarbeitet, der Frequenzgang des Empfangssignals für eine vorgegebene Anzahl von Frequenzpunkten in einem vorgegebenen Frequenzbereich bestimmt, eine Funktion mit Funktionswerten ( $F(f_i)$ ) aus dem Realteil und dem Imaginärteil des Frequenzgangs des Empfangssignals berechnet und ein Differenzvektor ( $\Delta r_i$ ) aus den Funktionswerten ( $F(f_i)$ ) durch eine Recheneinheit (11, 12, 13, 14, 15) ermittelt, wobei aus den Komponenten des Differenzvektors ( $\Delta r_i$ ) ein Kriterium abgeleitet wird, das angibt, ob eine pupinisierte Leitung vorhanden ist.

## Beschreibung

### Verfahren und Schaltanordnung zum Erkennen von Pupinspulen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Schaltanordnung zum Erkennen von Pupinspulen in einer Telekommunikationsleitung gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1 bzw. 9.

Zur Erhöhung der Reichweite beim Telefonieren wurden früher gelegentlich in regelmäßigen Abständen Induktivitäten (sogenannte Pupinspulen oder Load Coils) in die Teilnehmeranschlussleitung geschaltet. Diese bewirken innerhalb der Telefonbandbreite bis etwa 3,5 kHz eine geringere Dämpfung und somit eine Erhöhung der Reichweite oder eine Verbesserung der Übertragungsqualität beim Telefonieren.

Für den Frequenzbereich oberhalb von etwa 3,5 kHz steigt jedoch die Dämpfung stark an, so dass derartige Anschlussleitungen nicht für eine DSL- Anschlusstechnik (z.B. ISDN, SDSL, ADSL, VDSL) geeignet sind. Erst wenn sichergestellt ist, dass eine Anschlussleitung frei von Pupinspulen ist, kann diese Leitung auf eine DSL- Übertragungstechnik umgerüstet werden.

Eine Entscheidung darüber, ob eine Leitung eine Pupinspule enthält, kann entweder durch Auswertung möglicherweise vorhandener Installationsdokumentationen oder durch entsprechende Messungen vorgenommen werden. Bei Messungen wird zwischen einseitigen und zweiseitigen Messanordnungen unterschieden. Bei zweiseitigen Messanordnungen kann durch Messung der frequenzabhängigen Leitungsdämpfung sehr genau auf das Vorhandensein von Pupinspulen geschlossen werden. Derartige Messanordnungen sind für den praktischen Einsatz jedoch nicht besonders gut geeignet, da sowohl das vermittlungsseitige als auch das teilnehmerseitige Leitungsende mit der Messanordnung verbunden werden muss.

Bei einer einseitigen Messanordnung kann durch Messung des Eingangswiderstands innerhalb der Telefonbandbreite bis etwa 4 kHz das Vorhandensein einer Pupinspule erkannt werden. Bei einer Leitung ohne Beschaltung mit Pupinspulen erhält man einen monoton mit der Frequenz abfallenden Betrag des Eingangswiderstands. Er beträgt bei 3,5 kHz weniger als 1.500  $\Omega$ . Abhängig von der Leitungslänge und den Leitungsparametern kann der Eingangswiderstand auch nur etwa 400  $\Omega$  betragen. Bei einer Beschaltung mit Pupinspulen ergibt sich im Frequenzbereich unterhalb von 4 kHz für den Eingangswiderstand ein Verlauf mit mehreren lokalen Maxima, wobei die Anzahl der lokalen Maxima von der Anzahl der Pupinspulen abhängt. Das absolute Maximum liegt bei etwa 3 bis 4 kHz und beträgt mehr als 3.000  $\Omega$ . Durch Messung des Eingangswiderstands im Frequenzbereich zwischen 3 und 4 kHz kann somit festgestellt werden, ob Pupinspulen vorhanden sind. Die Messung des Eingangswiderstands muss unmittelbar am Leitungseingang erfolgen. Die Beschaltung der Leitung mit einem DSL- Transceiver erfolgt jedoch immer über einen Übertrager und einer Hybrid-Anordnung (Zweidraht - Vierdraht - Umsetzung). Der Übertrager verändert den frequenzabhängigen Verlauf des Eingangswiderstands, d.h. der Übertrager- Leitung derart, dass eine eventuell vorhandene Pupinspule auf diese einfache Weise nicht mehr einfach und sicher erkannt werden kann.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren sowie eine entsprechende Schaltungsanordnung zur Erkennung von Pupinspulen anzugeben.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch das Verfahren nach Anspruch 1 bzw. die Schaltungsanordnung zur Erkennung von Pupinspulen nach Anspruch 9 gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Das erfindungsgemäße Verfahren beruht darauf, nicht den Eingangswiderstand, sondern die Echoübertragungsfunktion zur Erkennung der Pupinspulen (Load Coils) heranzuziehen.

Das erfindungsgemäße Verfahren zum Erkennen von in einer Teilnehmeranschlussleitung zwischengeschalteten Pupinspule, umfasst dementsprechend die Schritte: Aussenden von periodischen Sendesymbolen durch eine Sendevorrichtung, Empfangen, 5 Abtasten und Weiterverarbeitung eines analogen Empfangssignals durch eine Empfangsvorrichtung, Bestimmen des Frequenzgangs des Empfangssignals für eine vorgegebene Anzahl von Frequenzpunkten in einem vorgegebenen Frequenzbereich, Be- 10 rechnen einer Funktion mit Funktionswerten aus dem Realteil und dem Imaginärteil des Frequenzgangs des Empfangssignals und Ermitteln eines Differenzvektors aus den Funktionswerten durch eine Recheneinheit, wobei aus den Komponenten des Differenzvektors ein Kriterium abgeleitet wird, das angibt, ob 15 eine pupinisierte Leitung vorhanden ist.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens wird ein erster Teilvektor und ein zweiter Teilvektor aus den Funktionswerten durch einen Funktionsgenerator gebildet, ein Zwischenvektor aus dem zweiten Teilvektor durch eine Matrixmultiplikationsvorrichtung ermittelt und aus dem ersten Teilvektor und dem Zwischenvektor der Differenzvektor in einer Differenzstufe gebildet. Vorzugsweise umfasst dabei der erste Teilvektor als Komponenten die Funktionswerte mit geradzahligem Index und der zweite Teilvektor als Komponenten die Funktionswerte mit ungeradzahligem Index. 20 25

Vorzugsweise besteht das Kriterium darin, dass die Differenz zwischen einem Maximalwert und einem Minimalwert der Komponenten des Differenzvektors in einer Vergleichervorrichtung mit einem Differenzvorgabewert verglichen wird, und ein Signal ausgegeben wird, wenn die Differenz größer als der Differenzvorgabewert ist, oder darin, dass die Summe der Betragswerte der Komponenten des Differenzvektors in einer Vergleichervorrichtung mit einem Summenvorgabewert verglichen wird, und ein Signal ausgegeben wird, wenn die Summe größer als der Summenvorgabewert ist, oder darin, dass die Summe der Quadra- 30 35

- te der Komponenten des Differenzvektors in einer Vergleichervorrichtung mit einem Quadratsummenvorgabewert verglichen wird, und ein Signal ausgegeben wird, wenn die Summe größer als der Quadratsummenvorgabewert ist, oder darin, dass die
- 5 Anzahl der wesentlich von Null verschiedenen Komponenten des Differenzvektors in einer Vergleichervorrichtung mit einem Nullkomponentenvorgabewert verglichen wird, und ein Signal ausgegeben wird, wenn die Summe größer als der Nullkomponentenvorgabewert ist.
- 10.
- Um in dem letzten Fall die Anzahl der wesentlich von Null verschiedenen Komponenten des Differenzvektors bestimmen zu können, werden die Koeffizienten gerundet und mit einer endlichen Wortlänge dargestellt, wobei die Quantisierungsgröße
- 15 (Wortlänge) so gewählt wird, dass bei einer nicht-pupinierten Leitung sich für alle Koeffizienten die Werte Null ergeben.
- Der bevorzugte vorgegebene Frequenzbereich liegt zwischen etwa 1 und 5 kHz.
- 20
- Die Vorrichtung für das Verfahren zum Erkennen von in einer Teilnehmeranschlussleitung zwischengeschalteten Pupinspule ist versehen mit einer Sendevorrichtung zum Aussenden von periodischen Sendesymbolen, einer Empfangsvorrichtung zum Empfangen, Abtasten und Weiterverarbeitung eines analogen Empfangssignals und einer Recheneinheit zum Bestimmen des Frequenzgangs des Empfangssignals für eine vorgegebene Anzahl von Frequenzpunkten in einem vorgegebenen Frequenzbereich,
- 25
- 30 Berechnen einer Funktion mit Funktionswerten aus dem Realteil und dem Imaginärteil des Frequenzgangs des Empfangssignals und Ermitteln eines Differenzvektors aus den Funktionswerten, wobei aus den Komponenten des Differenzvektors ein Kriterium abgeleitet wird, das angibt, ob eine pupinisierte Leitung
- 35 vorhanden ist.

Ein Vorteil der Erfindung besteht u.a. darin, dass für die Messung der Echoübertragungsfunktion ausschließlich das im DSL- Empfänger abgetastete Empfangssignal bei Aussenden von speziellen Testsignalen verarbeitet zu werden braucht. Das  
5 Verfahren ist daher insbesondere bei Beschaltung mit einem DSL- Übertrager und einer entsprechenden Hybrid- Anordnung geeignet und kann in einem DSL- Transceiver integriert werden.

10 Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen, bei der Bezug genommen wird auf die beigefügten Zeichnungen.

Fig. 1 zeigt das Blockschaltbild eines an sich bekannten  
15 Transceivers.

Fig. 2 zeigt die Leitungskonfiguration einer pupinisierten Leitung.

20 Fig. 3 zeigt einen Verlauf von  $F(f)$  für verschiedene Leitungskonfigurationen.

Fig. 4 zeigt einen Verlauf von  $\Delta F(f)$  für verschiedene Leitungskonfigurationen

25 Fig. 5 zeigt den Verlauf des Frequenzgangs von  $\Delta r(f_i)$  für verschiedene Leitungskonfigurationen.

Fig. 6 zeigt den Verlauf des Real- und Imaginärteils des Frequenzgangs von  $\Delta r(f_i)$  für verschiedene Leitungskonfigurationen.  
30

Fig. 7 zeigt eine erste Ausführungsform der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung zum Erkennen von Pupinspulen.  
35

Fig. 8 zeigt eine zweite Ausführungsform der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung zum Erkennen von Pupinspulen.

Fig. 1 zeigt das Blockschaltbild eines an sich bekannten digitalen Transceivers 1 mit einem digitalen Sender 2, einem digitalen Empfänger 3, einem senderseitigen D/A- Umsetzer 4 und einem empfängerseitigen A/D- Umsetzer 6, einem Leitungsverstärker (Line- Driver) 5 sowie einer Leitungsanschlutung (Hybrid) 7. Eine Übertragungsleitung 9 ist über einen Leitungsübertrager 8 mit der Leitungsanschlutung 7 verbunden.

- 10 Die Teilnehmeranschlussleitung 9 ist entweder eine nicht pupinisierte Leitung (ohne Pupinspulen) oder eine pupinisierte Leitung (mit Pupinspulen).

Für die Beschreibung der Pupinleitung wird in den USA eine einfache Nomenklatur verwendet. Am häufigsten findet man Leitungen mit der Bezeichnung D66 und H88. Bei der D66- Leitung beträgt die Induktivität der Pupinspule 66 mH und bei der H88 Leitung 88 mH. Der Abstand zweier Spulen beträgt 1356 m bzw. 1829 m (4450 ft bzw. 6000 ft). Dabei besitzt die D66- Leitung eine Grenzfrequenz von etwa 3,4 kHz und die H88- Leitung eine Grenzfrequenz von etwa 4 kHz.

Die Leitungskonfiguration einer pupinisierten Leitung ist in Fig. 2 gezeigt. Es ist eine Anschlussleitung 9 mit Induktivitäten 10 dargestellt, wobei die Leitung 9 eine D66- oder eine H88- Leitung sein kann, d.h. die Länge L zwischen zwei benachbarten Induktivitäten 10 beträgt 1356 m bei der D66- Leitung bzw. 1829 m bei der H88- Leitung.

- 30 Zur Erkennung, ob die angeschlossene Übertragungsleitung Pupinspulen enthält, wird die Übertragungsfunktion für verschiedene Frequenzen ausgewertet. Als Übertragungsfunktion wird hierbei das Verhältnis von Empfangssignal zu Sendesignal bezeichnet, wenn ein sinusförmiges Signal mit einer bestimmten Frequenz ausgesendet wird.
- 35



Die Ermittlung der Übertragungsfunktion wird im folgenden erläutert.

Es soll die Übertragungsfunktion bei der Frequenz  $f_0$  ermittelt werden. Hierzu wählt man für den Transceiver eine Baudrate  $f_T$  von

$$f_T = N \cdot f_0,$$

wobei  $N$  geradzahlig ist (z.B.  $N=32$ ).

Es wird dann eine periodische Datenfolge mit  $\frac{N}{2}$  positiven und  $\frac{N}{2}$  negativen Symbolen mit jeweils gleicher Amplitude ausgesendet. Somit enthält das Sendesignal neben der Grundwelle mit der Frequenz  $f_0$  auch nicht-geradzahlige Oberwellen.

Zur Ermittlung der Übertragungsfunktion bei der Frequenz  $f_0$  muss aus dem Empfangssignal die Grundwelle herausgefiltert werden. Hierzu wird das mit der Baudrate (Symbolrate)  $f_T$  abgetastete Signal einerseits mit dem Cosinus der Grundwelle und andererseits mit dem Sinus der Grundwelle multipliziert. Man erhält dann die beiden Signale

$$y_1(k) = y(k) \cdot \cos\left(2 \cdot \pi \cdot \frac{k}{N}\right)$$

25

und

$$y_2(k) = y(k) \cdot \sin\left(2 \cdot \pi \cdot \frac{k}{N}\right),$$

30 mit  $k = 1$  bis  $N$ .

Den Realteil bzw. den Imaginärteil der Übertragungsfunktion erhält man aus dem arithmetischen Mittelwert der beiden Signalfolgen, wobei über eine ganzzahlige Anzahl  $M$  von Signalperioden gemittelt werden muss.

35

Der Realteil bzw. der Imaginärteil des Frequenzgangs kann somit mit den folgenden Beziehungen ermittelt werden:

$$5 \quad \operatorname{Re}\{H(f_0)\} = \frac{2}{N \cdot M} \sum_{k=1}^{N \cdot M} y_1(k)$$

und

$$\operatorname{Im}\{H(f_0)\} = \frac{2}{N \cdot M} \sum_{k=1}^{N \cdot M} y_2(k).$$

10

Zur Messung des Frequenzgangs muss der Realteil bzw. der Imaginärteil außer für  $f_0$  für verschiedene weitere Frequenzen  $f$  durch entsprechende Veränderung der Baudrate (Symbolrate)  $f_T$  ermittelt werden.

15

Zum Detektieren von Pupinspulzen werden sowohl der Realteil als auch der Imaginärteil

$$a(f) = \operatorname{Re}\{H(f)\}$$

20

und

$$b(f) = \operatorname{Im}\{H(f)\}$$

25 des Frequenzgangs weiter verarbeitet.

Zunächst wird aus  $a$  und  $b$  eine geeignete Funktion zur weiteren Verarbeitung gebildet. Diese Funktion kann z.B. das Quadrat des Betrags  $F(f) = a(f)^2 + b(f)^2$  aus Real- und Imaginärteil, der Betrag  $F(f) = \sqrt{a(f)^2 + b(f)^2}$  aus Real- und Imaginärteil, die Summe  $F(f) = a(f) + b(f)$  aus Real- und Imaginärteil, die Differenz  $F(f) = a(f) - b(f)$  aus Real- und Imaginärteil oder das Produkt  $F(f) = a(f) \cdot b(f)$  aus Real- und Imaginärteil sein.

30

Bei einer Leitung ohne Pupinspulen erhält man für die aus  $a$  und  $b$  abgeleitete Funktion  $F$  einen weitgehend glatten Verlauf, der von der Frequenz abhängt, während sich bei einer Leitung mit Pupinspulen ein leicht "gewellter" Verlauf im Frequenzbereich von etwa 2 kHz bis 4 kHz ergibt.

Der Verlauf von  $F$  ist in Fig. 3 veranschaulicht. In Fig. 3 wurde als Funktion zur weiteren Verarbeitung das Quadrat des Betrags des Frequenzgangs  $F(f) = a(f)^2 + b(f)^2$  verwendet.

10

In Fig. 3 sind drei verschiedene Kurve aufgetragen, die mit "1", "2" und "3" bezeichnet sind. Kurve "1" entspricht einer Leitung von 0,4 mm Dicke und 7,3 km Länge. Sie hat in dem gezeigten Beispiel keine Pupinspule. Kurve "2" entspricht einer Leitung von 0,4 mm Dicke und 7,3 km Länge. Sie hat in dem gezeigten Beispiel vier Pupinspulen in der H88- Anordnung. Kurve "3" entspricht einer Leitung von 0,4 mm Dicke und 1,83 km Länge. Sie hat in dem gezeigten Beispiel keine Pupinspule.

Für die weitere Verarbeitung werden nur Stützstellen der verwendeten Funktion zu einigen Frequenzpunkten im Bereich von etwa 1 kHz bis etwa 5 kHz ausgewählt. Aus diesen Stützwerten wird eine entsprechende Referenzfunktion  $F(f)$  berechnet. Die Referenzfunktion stellt eine Potenzfunktion der Frequenz dar und nähert die ursprünglich gemessene Funktion im Sinne der kleinsten quadratischen Abweichung an:

$$F(f) = \sum_{i=0}^n \alpha_i \cdot f^i .$$

Die Koeffizienten  $\alpha_i$  werden aus den bei den Frequenzwerten  $f$  gemessenen Stützwerten der Funktion  $F(f)$  berechnet.

Während bei einer Leitung ohne Pupinspule die Referenzfunktion  $F(f)$  sehr gut mit der abgeleiteten Funktion übereinstimmt, ist bei einer Leitung mit Pupinspulen eine Approxima-

tion mit einer Potenzfunktion nur mit großen Abweichungen möglich.

Zur Erkennung von Pupinspulen wird nun die Differenz von der  
5 ursprünglichen Funktion und der Referenzfunktion herangezogen.

In Fig. 4 ist die jeweilige Differenzfunktion der in Fig. 3  
verwendeten Beispiele für den Verlauf gezeigt. Die Parameter  
10 der Kurven "1", "2" und "3" sind die gleichen wie in Fig. 3.  
Die Koeffizienten  $\alpha_i$  wurden aus jeweils acht Stützwerten im  
Bereich von 1,9 bis 4,5 Hz berechnet.

Im folgenden wird das Verfahren zur Berechnung der  $\alpha_i$  und die  
15 Ermittlung der Referenzfunktion daraus genauer beschrieben.

Es werden m Frequenzpunkte  $f_i$  mit  $i = 1$  bis m betrachtet. Mit  
diesen wird die Rechteckmatrix Q mit den Koeffizienten

$$20 \quad Q_{i,j} = f_i^{j-1}$$

mit  $i = 1$  bis m und  $j = 1$  bis n+1 gebildet. Es ergibt sich  
dann z.B. für n = 4 und m = 8 die folgende Rechteckmatrix

$$25 \quad Q = \begin{bmatrix} 1 & f_1 & f_1^2 & f_1^3 & f_1^4 \\ 1 & f_2 & f_2^2 & f_2^3 & f_2^4 \\ 1 & f_3 & f_3^2 & f_3^3 & f_3^4 \\ 1 & f_4 & f_4^2 & f_4^3 & f_4^4 \\ 1 & f_5 & f_5^2 & f_5^3 & f_5^4 \\ 1 & f_6 & f_6^2 & f_6^3 & f_6^4 \\ 1 & f_7 & f_7^2 & f_7^3 & f_7^4 \\ 1 & f_8 & f_8^2 & f_8^3 & f_8^4 \end{bmatrix}.$$

Aus m Werten der auszuwertenden Funktion  $F(f)$  wird ein Vektor  $r$  mit den Komponenten

$$30 \quad r_i = F(f_i)$$

gebildet.

Im folgenden werden zwei Alternativen bei der Auswertung des  
 5 Vektors  $r$  erläutert, um für die weitere Auswertung der Mes-  
 sung einen Differenzvektor zu bestimmen.

Bei einem ersten Auswerteverfahren lässt sich für  $m = 8$  der  
 Vektor  $r$  wie folgt darstellen:

10

$$r = \begin{bmatrix} F(f_1) \\ F(f_2) \\ F(f_3) \\ F(f_4) \\ F(f_5) \\ F(f_6) \\ F(f_7) \\ F(f_8) \end{bmatrix}.$$

Mit dem Vektor  $r$  erhält man einen Koeffizientenvektor  $\alpha$  mit  
 den Koeffizienten  $\alpha_i$  nach der Beziehung

15

$$\alpha = (Q^T \cdot Q)^{-1} \cdot Q^T \cdot r.$$

Hierbei bezeichnet das hochgestellte T die Transponierungs-  
 operation.

20

Mit

$$R = (Q^T \cdot Q)^{-1} \cdot Q^T$$

25 lässt sich dies zusammenfassen zu:

$$\alpha = R \cdot r.$$

Die Rechteckmatrix  $R$  ist nur von den Frequenzstützwerten und der Vektor  $r$  nur von den Stützwerten der auszuwertenden Funktion  $F(f_i)$  abhängig.

- 5 Die Auswertung der Differenzfunktion erfolgt ebenfalls nur mit den Stützwerten, mit denen der Koeffizientenvektor berechnet wurde.

10 Mit dem Koeffizientenvektor  $\alpha$  erhält man für den Referenzvektor

$$r_{ref} = Q \cdot \alpha,$$

15 und für den Differenzvektor ergibt sich

$$\Delta r = r - r_{ref} = r - Q \cdot \alpha = r - Q \cdot R \cdot r = [E - Q \cdot R] \cdot r,$$

wobei die Matrix  $E$  eine  $(m \times m)$ - Einheitsmatrix ist.

20 Schreibt man für die Matrix

$$P = [E - Q \cdot R],$$

25 lässt sich der Differenzvektor darstellen als

$$\Delta r = P \cdot r.$$

Hierbei ist  $P$  eine quadratische, symmetrische  $(m \times m)$ - Matrix, die nur von den Frequenzstützpunkten abhängt. Der Vektor  $r$  enthält unmittelbar die Stützwerte der auszuwertenden Funktion, die durch entsprechende Verknüpfung aus den gemessenen Real- und Imaginärteilen der Übertragungsfunktion gewonnen wird. Jeden Wert des Differenzvektors erhält man demnach durch Multiplikation eines Zeilenvektors mit einem Spaltenvektor.

30

35

Im folgenden wird ein alternativer Ansatz angegeben, der eine schnellere Berechnung zulässt, um den Differenzvektor zu bestimmen.

- 5 Bei diesem zweiten Ansatz wird der ursprüngliche Vektor  $r$  in zwei Teilvektoren  $r_1$  und  $r_2$  aufgeteilt, wobei beispielsweise der Vektor  $r_1$  die Komponenten von  $r$  mit den ungeraden Frequenznummern und der Vektor  $r_2$  die Komponenten von  $r$  mit den geraden Frequenznummern enthält.

10

Mit dem Vektor  $r_2$  lassen sich die unbekannten Koeffizienten des Vektors  $\alpha$  berechnen nach

$$\alpha = (Q_2^T \cdot Q_2)^{-1} \cdot Q_2^T \cdot r_2 = R_2 \cdot r_2,$$

15

wobei sich die Matrizen  $Q_2$  bzw.  $R_2$  jeweils aus den gleichen Frequenzstützwerten wie  $r_2$  ergeben (z.B. die geraden Frequenzstützwerte).

- 20 Der Referenzvektor wird nur für die Frequenzstützwerte berechnet, die dem Vektor  $r_1$  entsprechen. Für diesen Referenzvektor erhält man

$$r_{1\text{ref}} = Q_1 \cdot \alpha = Q_1 \cdot R_2 \cdot r_2.$$

25

Die Matrix  $Q_1$  ergibt sich dabei aus den Frequenzstützwerten, die zur Ermittlung des Vektors  $r_1$  zugrunde gelegt wurden.

Der Differenzvektor ist dann

30

$$\Delta r_1 = r_1 - r_{1\text{ref}} = r_1 - Q_1 \cdot R_2 \cdot r_2.$$

Mit

35  $P12 = Q_1 \cdot R_2$

erhält man daraus

$$\Delta r_1 = r_1 - P_{12} \cdot r_2.$$

- 5 Der Differenzvektor  $\Delta r_1$  ergibt sich somit aus der Differenz des Vektors  $r_1$  und eines Vektors, der sich aus dem Produkt einer quadratischen Matrix  $P_{12}$  und des Vektors  $r_2$  ergibt. Dabei wird in dem obigen Beispiel  $r_1$  aus den ungeraden Frequenzstützwerten ermittelt und  $r_2$  aus den geraden Frequenz-
- 10 stützwerten ermittelt.

Der Aufwand bei der Realisierung ist bei der zweiten Ausführungsform geringer als bei der ersten Ausführungsform zum Bestimmen des Differenzvektors, da die Matrixmultiplikation

15 mit einer geringeren Anzahl von Koeffizienten durchgeführt wird.

Die Differenzvektoren sind in Fig. 5 gezeigt. Die Parameter der Kurven "1", "2" und "3" sind die gleichen wie in Fig. 3

20 bzw. Fig. 4.

Die Werte stimmen mit den Differenzfunktionen aus Fig. 4 überein, wenn für die Frequenzen deren Stützwerte eingesetzt werden. Zur Berechnung wurden die Stützwerte der aus den Frequenzgangwerten ermittelten Werte der Übertragungsfunktion

25 mit Genauigkeit des Rechners zugrundegelegt. Da die Frequenzgangwerte durch Messung ermittelt werden, muss zwangsläufig für  $a(f)$  und  $b(f)$  mit einer endlichen Genauigkeit gerechnet werden. Die mit einer endlichen Genauigkeit des Realteils

30  $a(f)$  und des Imaginärteils  $b(f)$  von 10 Bit ermittelten Differenzvektoren sind in Fig. 6 dargestellt. Die Parameter der Kurven "1", "2" und "3" sind die gleichen wie in Fig. 3, Fig. 4 bzw. Fig. 5. Für die nicht-pupinisierten Leitungen vergrößern sich zwar die Werte des Differenzvektors, sie sind jedoch noch deutlich kleiner als für die pupinisierte Leitung.

35 Durch geeignete Auswertung des Differenzvektors kann somit auf das Vorhandensein von Pupinspulen geschlossen werden.



Im folgenden werden die Möglichkeiten zur Auswertung der Differenzfunktion bzw. des Differenzvektors erläutert, um zu einem Kriterium für die Entscheidung zu gelangen, ob eine Pupinspule in der untersuchten Leitung vorliegt - unabhängig von ihrer Konfiguration als D66- oder H88- Leitung.

Wie Fig. 5 und 6 zu entnehmen ist, ergeben sich bei nicht-pupinisierten Leitungen Differenzvektoren, dessen Komponenten kleiner als bei pupinisierten Leitungen sind. Zur Erkennung von Pupinspulen kann daher der Differenzvektor herangezogen werden. Es ist zunächst ein Kriterium abzuleiten, wobei die eigentliche Erkennung durch Vergleich dieses Kriteriums mit einem geeignet zu wählenden Schwellenwert erfolgen kann.

Mögliche Kriterien sind 1) die Differenz zwischen Maximalwert und Minimalwert der Komponenten des Differenzvektors, d.h.  $Kriterium = \Delta r_{\max} - \Delta r_{\min}$ , 2) die Summe der Betragswerte der Komponenten des Differenzvektors, d.h.  $Kriterium = \sum_i |\Delta r_i|$ , oder 3) die

Summe der Quadrate der Komponenten des Differenzvektors, d.h.  $Kriterium = \sum_i \Delta r_i^2$ . Als weiteres Kriterium kann 4) die Anzahl der

von Null verschiedenen Komponenten definiert werden. Dazu werden die Koeffizienten zunächst gerundet und mit einer endlichen Wortlänge dargestellt. Die Quantisierungsgröße (Wortlänge) wird so gewählt, dass sich bei einer nicht-pupinisierten Leitung für alle Koeffizienten die Werte Null ergeben. In dem obigen Beispiel können als Wortlänge beispielsweise 9 Bit gewählt werden, die Quantisierungsstufe beträgt somit  $2^{-8}$ .

Die als Beispiel genannten Kriterien 1) bis 4) müssen nicht unmittelbar nach der Bestimmung des Differenzvektors geprüft werden, der Differenzvektor kann vorher noch modifiziert werden, damit die Prüfung eines der Kriterien 1) bis 4) beispielsweise vereinfacht wird. Eine mögliche Modifikation be-

steht z.B. darin die Differenz zwischen zwei benachbarten Vektorkomponenten zu bilden:

$$d\Delta r_i = \Delta r_i - \Delta r_{i-1}$$

5

oder die Differenz der Differenz zwischen zwei benachbarten Vektorkomponenten zu bilden:

$$dd\Delta r_i = d\Delta r_i - d\Delta r_{i-1}.$$

10

Das Verfahren zur Erkennung von Pupinspulen kann mit der in Fig. 7 dargestellten Schaltungsanordnung umgesetzt werden. Dabei wird auf die erste Methode zum Berechnen des Differenzvektors zurückgegriffen. Gleiche Elemente wie in Fig. 1 haben dieselben Bezugszeichen wie dort. Der Aufbau von Fig. 7 unterscheidet sich von dem in Fig. 1 dadurch, dass durch eine Frequenzgangmessvorrichtung 11 periodisch Sendesymbole an den Sender 2 ausgegeben werden, die von dem Sender 2 auf der Teilnehmeranschlussleitung 9 ausgesendet werden. Gleichzeitig gibt die Frequenzgangmessvorrichtung 11 den Symboltakt an den Sender 2, den Empfänger 3 und dessen vorgeschalteten A/D-Umsetzer 6 aus.

Das empfangene analoge Echosignal wird zwischen dem AD-Umsetzer 6 und dem Empfänger 3 abgegriffen und in der Frequenzgangmessvorrichtung 11 abgetastet, um für eine bestimmte Anzahl von Frequenzpunkten im Bereich von etwa 1 bis 5 kHz die Komponenten  $a(f)$  und  $b(f)$  (genauer die Stützwerte  $a(f_i)$  und  $b(f_i)$ ) zu erzeugen. Die Komponenten  $a(f)$  und  $b(f)$  sind der Realteil bzw. der Imaginärteil einer Funktion  $F(f_i)$ , die in einem Funktionsgenerator 12 berechnet wird.

Der Funktionsgenerator 12 gibt die Ausgangswerte  $r_i$  an eine Matrixmultiplikationsvorrichtung 13 aus, durch die aus diesen Werten mit Hilfe einer Matrix-Multiplikation ein Differenzvektor ermittelt wird. Dazu werden wie oben beschrieben die Ausgangswerte  $r_i$  mit einer Matrix  $P = [E - Q \cdot R]$  multipliziert,

35

so dass sich die Werte  $\Delta r_i$  ergeben, die Eingangsgrößen einer Vergleichervorrichtung 14 sind.

In der Vergleichervorrichtung 14 wird mit einem geeigneten  
5 Kriterium, das aus den Koeffizienten des Differenzvektors abgeleitet wird, eine zuverlässige Aussage getroffen, ob eine pupinisierte Leitung vorhanden ist oder nicht.

Eine zweite Ausführungsform der erfindungsgemäßen Schaltungs-  
10 anordnung zum Erkennen von Pupinspulen ist in Fig. 8 gezeigt. Bei dieser Ausführungsform wird der Differenzvektor nach der alternativen, zweiten Methode berechnet. Gleiche Elemente wie in Fig. 1 und 7 haben dieselben Bezugszeichen wie dort. Der Aufbau von Fig. 8 unterscheidet sich von dem in Fig. 7 da-  
15 durch, dass von dem Funktionsgenerator 12 die Ausgangswerte  $r1_i$  und  $r2_i$  gebildet werden. Dabei bilden beispielsweise die Komponenten mit geradzahligem Index einen ersten Teilvektor  $r1$  und die Komponenten mit ungeradzahligem Index einen zweiten Teilvektor  $r2$ . Der Teilvektor  $r1$  mit den Komponenten  $r1_i$   
20 wird direkt an eine Differenzstufe 15 ausgegeben, während der Teilvektor  $r2$  mit den Komponenten  $r2_i$  die Eingangsgröße der Matrixmultiplikationsvorrichtung 13 bildet, durch die aus den Werten  $r2_i$  mit Hilfe einer Matrix-Multiplikation ein Zwischenvektor  $P12 \cdot r2$  ermittelt wird. Dieser Zwischenvektor wird  
25 in der Differenzstufe 15 von dem Teilvektor  $r1$  abgezogen, so dass sich der Differenzvektor mit den Komponenten  $\Delta r_i$  ergibt, die Eingangsgrößen der Vergleichervorrichtung 14 sind.

Anschließend wird das Verfahren analog zu der Vorrichtung in  
30 Fig. 7 zu Ende geführt.

Das Messverfahren kann in einem DSL- Transceiver einfach integriert werden. Die für die Messung des Frequenzgangs notwendigen Teilsysteme wie Sender und A/D- Wandler sind ohnehin  
35 vorhanden, sodass hierfür kein Zusatzaufwand entsteht. Die für die Auswertung notwendige Signalverarbeitung kann mit Hilfe eines in aller Regel ebenfalls vorhandenen Prozessors

durchgeführt werden, wofür lediglich die Firmware des Transceivers erweitert werden muss.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Erkennen von in einer Teilnehmeranschluss-  
leitung zwischengeschalteten Pupinspule, mit den Schritten:
  - 5 Aussenden von periodischen Sendesymbolen durch eine Sendevorrichtung (2, 4, 5),
  - Empfangen, Abtasten und Weiterverarbeitung eines analogen Empfangssignals durch eine Empfangsvorrichtung (3, 6),
  - Bestimmen des Frequenzgangs des Empfangssignals für eine vor-  
10 gegebene Anzahl von Frequenzpunkten in einem vorgegebenen Frequenzbereich,
  - Berechnen einer Funktion mit Funktionswerten ( $F(f_i)$ ) aus dem Realteil und dem Imaginärteil des Frequenzgangs des Empfangssignals und
  - 15 Ermitteln eines Differenzvektors ( $\Delta r_i$ ) aus den Funktionswerten ( $F(f_i)$ ) durch eine Recheneinheit (11, 12, 13, 14, 15),  
wobei  
aus den Komponenten des Differenzvektors ( $\Delta r_i$ ) ein Kriterium  
abgeleitet wird, das angibt, ob eine pupinisierte Leitung  
20 vorhanden ist.
2. Verfahren nach Anspruch 1,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass  
ein erster Teilvektor ( $r_1$ ) und ein zweiter Teilvektor ( $r_2$ )  
25 aus den Funktionswerten ( $F(f_i)$ ) durch einen Funktionsgenerator (12) gebildet wird,  
ein Zwischenvektor ( $P_{12} \cdot r_2$ ) aus dem zweiten Teilvektor ( $r_2$ )  
durch eine Matrixmultiplikationsvorrichtung (13) ermittelt  
wird und  
30 aus dem ersten Teilvektor ( $r_1$ ) und dem Zwischenvektor ( $P_{12} \cdot r_2$ ) der Differenzvektor ( $\Delta r_i$ ) in einer Differenzstufe (15) gebildet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2,  
35 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass  
der erste Teilvektor ( $r_1$ ) als Komponenten die Funktionswerte ( $F(f_i)$ ) mit geradzahligem Index umfasst und

der zweite Teilvektor ( $r_2$ ) als Komponenten die Funktionswerte ( $F(f_i)$ ) mit ungeradzahligem Index umfasst.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
5 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass  
das Kriterium darin besteht, dass die Differenz zwischen einem Maximalwert und einem Minimalwert der Komponenten des Differenzvektors ( $Kriterium = \Delta r_{\max} - \Delta r_{\min}$ ) in einer Vergleichervorrichtung (14) mit einem Differenzvorgabewert verglichen  
10 wird, und ein Signal ausgegeben wird, wenn die Differenz größer als der Differenzvorgabewert ist.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass  
15 das Kriterium darin besteht, dass die Summe der Betragswerte der Komponenten des Differenzvektors ( $Kriterium = \sum_i |\Delta r_i|$ ) in einer Vergleichervorrichtung (14) mit einem Summenvorgabewert verglichen wird, und ein Signal ausgegeben wird, wenn die Summe größer als der Summenvorgabewert ist.

20

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass  
das Kriterium darin besteht, dass die Summe der Quadrate der Komponenten des Differenzvektors ( $Kriterium = \sum_i \Delta r_i^2$ ) in einer  
25 Vergleichervorrichtung (14) mit einem Quadratsummenvorgabewert verglichen wird, und ein Signal ausgegeben wird, wenn die Summe größer als der Quadratsummenvorgabewert ist.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
30 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass  
das Kriterium darin besteht, dass die Anzahl der wesentlich von Null verschiedenen Komponenten des Differenzvektors ( $\Delta r_i$ ) in einer Vergleichervorrichtung (14) mit einem Nullkomponentenvorgabewert verglichen wird, und ein Signal ausgegeben  
35 wird, wenn die Summe größer als der Nullkomponentenvorgabewert ist.

8. Verfahren nach Anspruch 7,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
zum Bestimmen der Anzahl der wesentlich von Null verschiedene  
5 Komponenten des Differenzvektors ( $\Delta r_i$ ) die Koeffizienten  
gerundet und mit einer endlichen Wortlänge dargestellt werden,  
wobei die Quantisierungsgröße (Wortlänge) so gewählt wird,  
dass bei einer nicht-pupinisierten Leitung sich für  
alle Koeffizienten die Werte Null ergeben.
- 10 9. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
der vorgegebene Frequenzbereich zwischen etwa 1 und 5 kHz  
liegt.
- 15 10. Vorrichtung zum Erkennen von in einer Teilnehmeranschlussleitung  
zwischengeschalteten Pupinspule, mit:  
einer Sendevorrichtung (2, 4, 5) zum Aussenden von periodischen  
Sendesymbolen,  
20 einer Empfangsvorrichtung (3, 6) zum Empfangen, Abtasten und  
Weiterverarbeitung eines analogen Empfangssignals und  
einer Recheneinheit (11, 12, 13, 14, 15) zum:  
Bestimmen des Frequenzgangs des Empfangssignals für eine vorgegebene  
Anzahl von Frequenzpunkten in einem vorgegebenen  
25 Frequenzbereich,  
Berechnen einer Funktion mit Funktionswerten ( $F(f_i)$ ) aus dem  
Realteil und dem Imaginärteil des Frequenzgangs des Empfangssignals und  
Ermitteln eines Differenzvektors ( $\Delta r_i$ ) aus den Funktionswerten  
30 ( $F(f_i)$ ), wobei  
aus den Komponenten des Differenzvektors ( $\Delta r_i$ ) ein Kriterium  
abgeleitet wird, das angibt, ob eine pupinisierte Leitung  
vorhanden ist.
- 35 11. Vorrichtung nach Anspruch 10,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die Recheneinheit (11, 12, 13, 14, 15)

- einen Funktionsgenerator (12) zum Bilden eines ersten Teilvektors ( $r_1$ ) und eines zweiten Teilvektors ( $r_2$ ) aus den Funktionswerten ( $F(f_i)$ ),  
 eine Matrixmultiplikationsvorrichtung (13) zum Ermitteln eines Zwischenvektors ( $P_{12} \cdot r_2$ ) aus dem zweiten Teilvektor ( $r_2$ ) und  
 eine Differenzstufe (15) zum Bilden des Differenzvektors ( $\Delta r_i$ ) aus dem ersten Teilvektor ( $r_1$ ) und dem Zwischenvektor ( $P_{12} \cdot r_2$ ) umfasst.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Recheneinheit (11, 12, 13, 14, 15) eine Vergleichsvorrichtung (14) zum Vergleichen der Differenz zwischen einem Maximalwert und einem Minimalwert der Komponenten des Differenzvektors ( $Kriterium = \Delta r_{\max} - \Delta r_{\min}$ ) mit einem Differenzvorgabewert und zum Ausgeben eines Signals, wenn die Differenz größer als der Differenzvorgabewert ist, umfasst.
20. 13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Recheneinheit (11, 12, 13, 14, 15) eine Vergleichsvorrichtung (14) zum Vergleichen der Summe der Betragswerte der Komponenten des Differenzvektors ( $Kriterium = \sum_i |\Delta r_i|$ ) mit einem Summenvorgabewert und zum Ausgeben eines Signals, wenn die Summe größer als der Summenvorgabewert ist, umfasst.
25. 14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Recheneinheit (11, 12, 13, 14, 15) eine Vergleichsvorrichtung (14) zum Vergleichen der Summe der Quadrate der Komponenten des Differenzvektors ( $Kriterium = \sum_i \Delta r_i^2$ ) mit einem Quadratsummenvorgabewert und zum Ausgeben eines Signals, wenn die Summe größer als der Quadratsummenvorgabewert ist, umfasst.
35. 15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 oder 11,



d a d u r c h   g e k e n n z e i c h n e t, dass  
die Recheneinheit (11, 12, 13, 14, 15) eine Vergleichervor-  
richtung (14) zum Vergleichen der Anzahl der wesentlich von  
Null verschiedenen Komponenten des Differenzvektors mit einem  
5 Nullkomponentenvorgabewert und zum Ausgeben eines Signals,  
wenn die Summe größer als der Nullkomponentenvorgabewert ist,  
umfasst.

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 15,  
10 d a d u r c h   g e k e n n z e i c h n e t, dass  
der vorgegebene Frequenzbereich zwischen etwa 1 und 5 kHz  
liegt.

## Bezugszeichenliste

	1	Transceiver
	2	Sender
5	3	Empfänger
	4	D/A- Wandler
	5	Leistungsverstärker, Line- Driver
	6	A/D- Wandler
	7	Leistungsanschlaltung, Hybrid- Stufe
10	8	Leistungsübertrager
	9	Anschlussleitung von Teilnehmer
	10	Induktivität in Anschlussleitung
	11	Frequenzgangmessung
	12	Funktionsgenerator
15	13	Matrixmultiplikationsvorrichtung
	14	Vergleichervorrichtung
	15	Differenzstufe

1/4

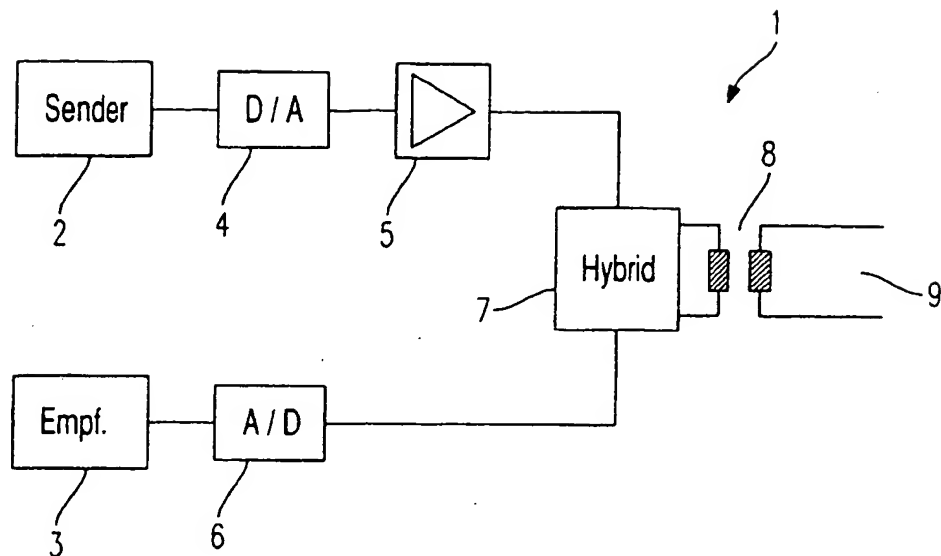


FIG 1

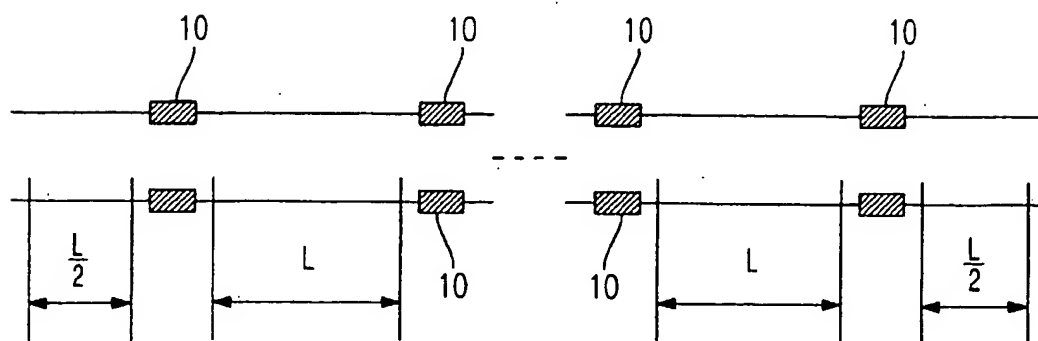


FIG 2

2/4

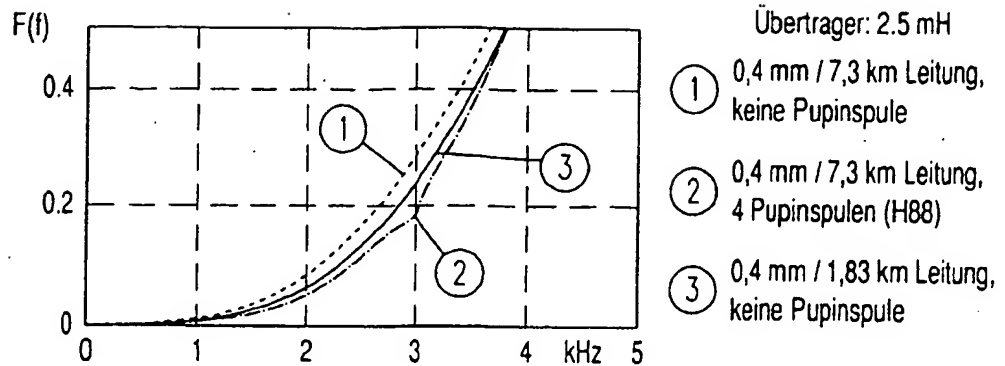


FIG 3

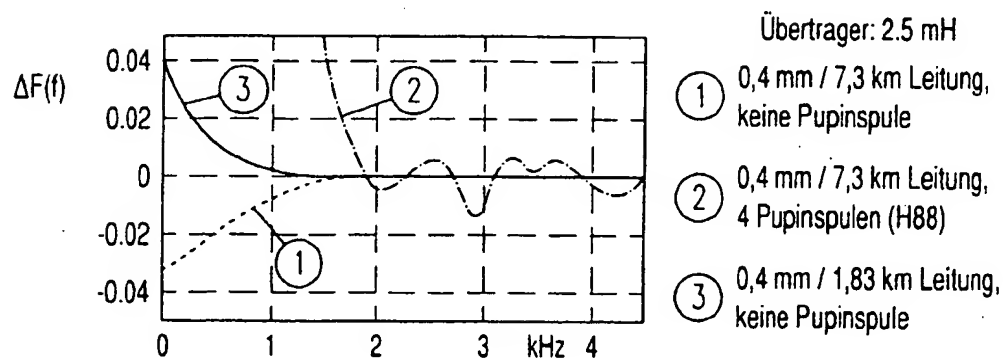


FIG 4

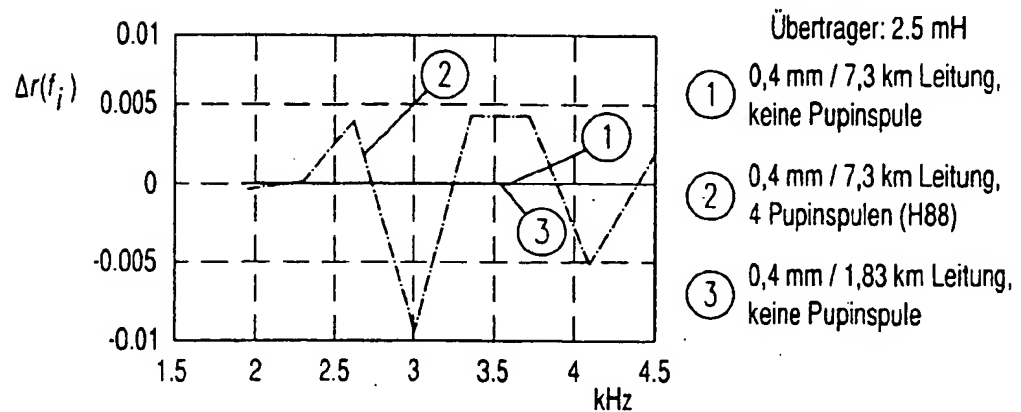


FIG 5

3/4

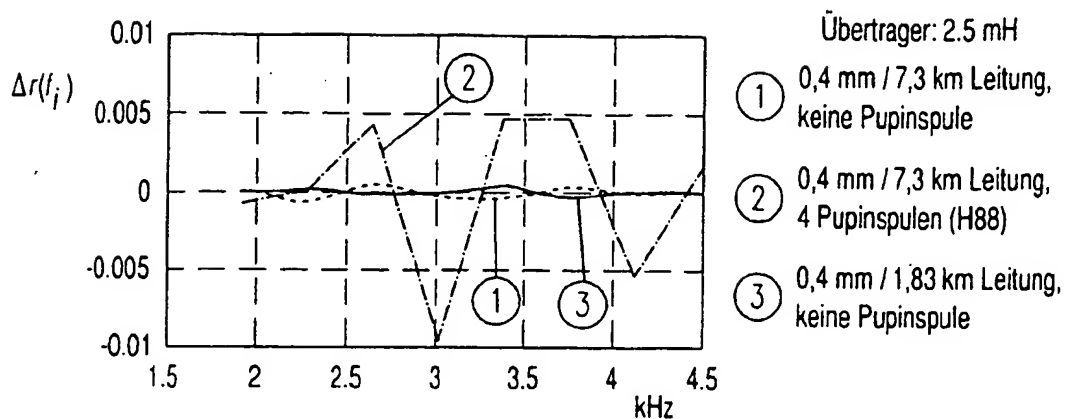


FIG 6

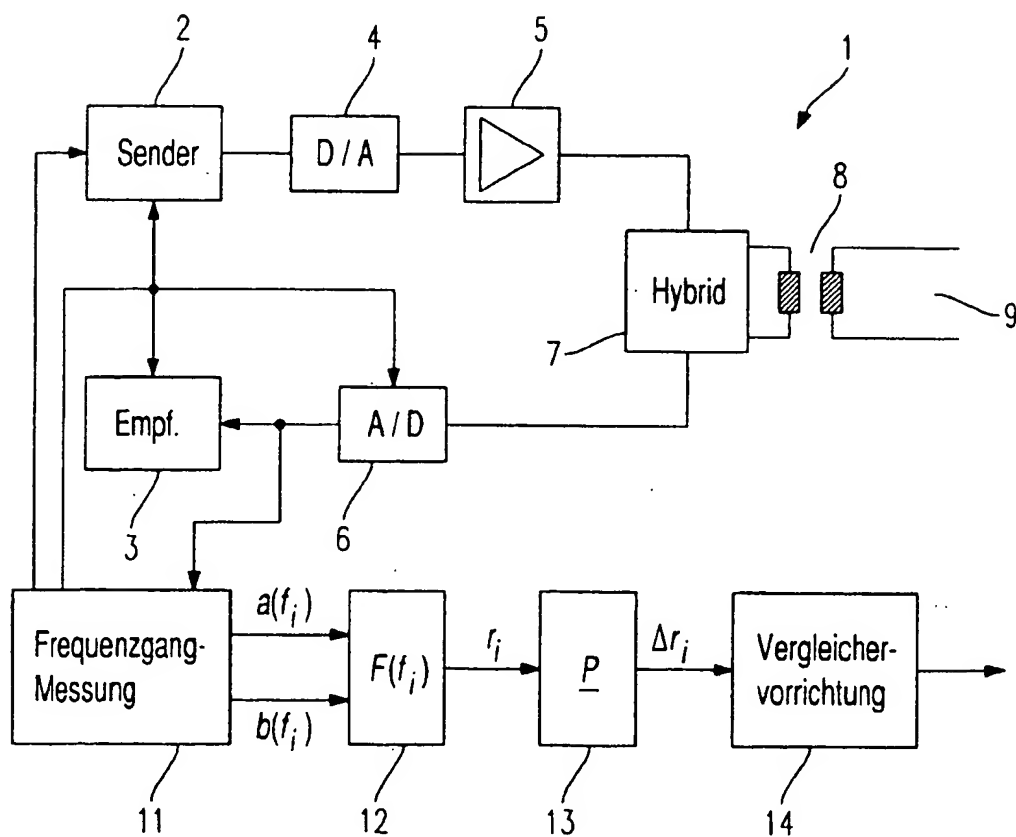


FIG 7

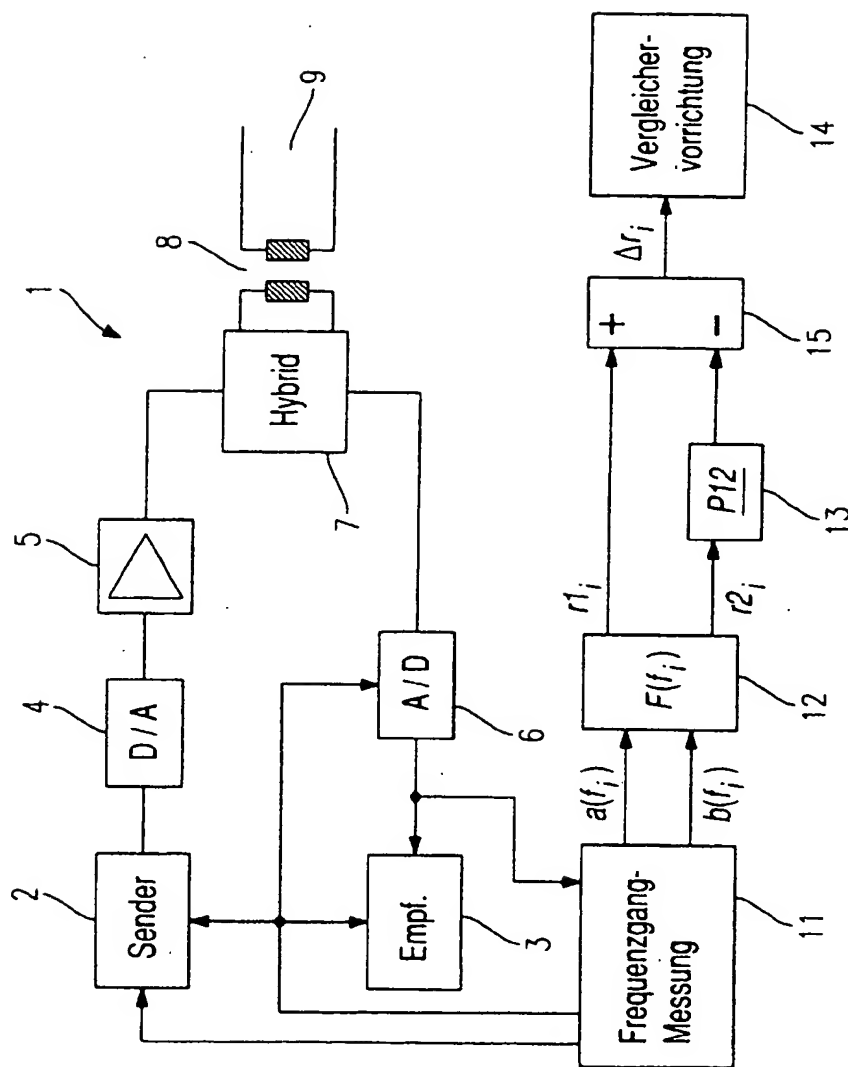


FIG 8

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PC 7717 03/05333

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
 IPC 7 H04M3/30 H04L25/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H04M H04L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 6 215 855 B1 (SYLVESTER JAMES EVERETT ET AL) 10 April 2001 (2001-04-10) column 3, line 44 - line 53 column 4, line 57 - column 6, line 30 ---	1, 10
P, A	WO 02 091721 A (CENTILLIUM COMMUNICATIONS INC) 14 November 2002 (2002-11-14) paragraphs '0016!-'0028! ---	
A	US 5 881 130 A (ZHANG YUN) 9 March 1999 (1999-03-09) abstract ---	
A	US 5 404 388 A (EU JAI H) 4 April 1995 (1995-04-04) ---	
	--- -/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C:

☒ Patent family members are listed in annex:

## \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*S\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

20 October 2003

Date of mailing of the international search report

28/10/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Vandevenne, M

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/05333

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 02 13405 A (AWARE INC) 14 February 2002 (2002-02-14) abstract	
A	WO 01 52439 A (AWARE INC) 19 July 2001 (2001-07-19) abstract	



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PC 7 EP 03/05333

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6215855	B1	10-04-2001	US 6477238 B1	05-11-2002
WO 02091721	A	14-11-2002	US 2003026391 A1	06-02-2003
			WO 02091721 A1	14-11-2002
			US 2002176490 A1	28-11-2002
			US 2002172329 A1	21-11-2002
			US 2003147506 A1	07-08-2003
US 5881130	A	09-03-1999	WO 9914922 A1	25-03-1999
US 5404388	A	04-04-1995	NONE	
WO 0213405	A	14-02-2002	AU 2632601 A	24-07-2001
			AU 2766901 A	24-07-2001
			AU 8542601 A	18-02-2002
			CA 2394491 A1	19-07-2001
			CA 2394826 A1	19-07-2001
			CA 2415915 A1	14-02-2002
			EP 1245085 A1	02-10-2002
			EP 1245093 A2	02-10-2002
			EP 1307973 A2	07-05-2003
			JP 2003520489 T	02-07-2003
			JP 2003520504 T	02-07-2003
			WO 0152516 A2	19-07-2001
			WO 0152439 A1	19-07-2001
			WO 0213405 A2	14-02-2002
			US 2001043647 A1	22-11-2001
			US 2001040918 A1	15-11-2001
			US 2002114383 A1	22-08-2002
WO 0152439	A	19-07-2001	AU 2632601 A	24-07-2001
			CA 2394826 A1	19-07-2001
			EP 1245085 A1	02-10-2002
			JP 2003520489 T	02-07-2003
			WO 0152439 A1	19-07-2001
			US 2001043647 A1	22-11-2001
			AU 2766901 A	24-07-2001
			AU 8542601 A	18-02-2002
			CA 2394491 A1	19-07-2001
			CA 2415915 A1	14-02-2002
			EP 1245093 A2	02-10-2002
			EP 1307973 A2	07-05-2003
			JP 2003520504 T	02-07-2003
			WO 0152516 A2	19-07-2001
			WO 0213405 A2	14-02-2002
			US 2001040918 A1	15-11-2001
			US 2002114383 A1	22-08-2002

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PC 7EP 03/05333

<b>A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES</b> IPK 7 H04M3/30 H04L25/02		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
<b>B. RECHERCHIERTE GEBIETE</b> Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 7 H04M H04L		
Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data, PAJ		
<b>C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN</b>		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 6 215 855 B1 (SYLVESTER JAMES EVERETT ET AL) 10. April 2001 (2001-04-10) Spalte 3, Zeile 44 - Zeile 53 Spalte 4, Zeile 57 - Spalte 6, Zeile 30 ---	1,10
P,A	WO 02 091721 A (CENTILLIUM COMMUNICATIONS INC) 14. November 2002 (2002-11-14) Absätze '0016!-'0028! ---	
A	US 5 881 130 A (ZHANG YUN) 9. März 1999 (1999-03-09) Zusammenfassung ---	
A	US 5 404 388 A (EU JAI H) 4. April 1995 (1995-04-04) ---	
-/--		
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist *Z* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 20. Oktober 2003		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts 28/10/2003
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Vandevenne, M

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/05333

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 02 13405 A (AWARE INC) 14. Februar 2002 (2002-02-14) Zusammenfassung ---	
A	WO 01 52439 A (AWARE INC) 19. Juli 2001 (2001-07-19) Zusammenfassung -----	

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichung

, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/05333

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 6215855 B1	10-04-2001	US 6477238 B1	05-11-2002
WO 02091721 A	14-11-2002	US 2003026391 A1	06-02-2003
		WO 02091721 A1	14-11-2002
		US 2002176490 A1	28-11-2002
		US 2002172329 A1	21-11-2002
		US 2003147506 A1	07-08-2003
US 5881130 A	09-03-1999	WO 9914922 A1	25-03-1999
US 5404388 A	04-04-1995	KEINE	
WO 0213405 A	14-02-2002	AU 2632601 A	24-07-2001
		AU 2766901 A	24-07-2001
		AU 8542601 A	18-02-2002
		CA 2394491 A1	19-07-2001
		CA 2394826 A1	19-07-2001
		CA 2415915 A1	14-02-2002
		EP 1245085 A1	02-10-2002
		EP 1245093 A2	02-10-2002
		EP 1307973 A2	07-05-2003
		JP 2003520489 T	02-07-2003
		JP 2003520504 T	02-07-2003
		WO 0152516 A2	19-07-2001
		WO 0152439 A1	19-07-2001
		WO 0213405 A2	14-02-2002
		US 2001043647 A1	22-11-2001
		US 2001040918 A1	15-11-2001
		US 2002114383 A1	22-08-2002
WO 0152439 A	19-07-2001	AU 2632601 A	24-07-2001
		CA 2394826 A1	19-07-2001
		EP 1245085 A1	02-10-2002
		JP 2003520489 T	02-07-2003
		WO 0152439 A1	19-07-2001
		US 2001043647 A1	22-11-2001
		AU 2766901 A	24-07-2001
		AU 8542601 A	18-02-2002
		CA 2394491 A1	19-07-2001
		CA 2415915 A1	14-02-2002
		EP 1245093 A2	02-10-2002
		EP 1307973 A2	07-05-2003
		JP 2003520504 T	02-07-2003
		WO 0152516 A2	19-07-2001
		WO 0213405 A2	14-02-2002
		US 2001040918 A1	15-11-2001
		US 2002114383 A1	22-08-2002

From the INTERNATIONAL BUREAU

**PCT****NOTICE INFORMING THE APPLICANT OF THE  
COMMUNICATION OF THE INTERNATIONAL  
APPLICATION TO THE DESIGNATED OFFICES**

(PCT Rule 47.1(c), first sentence)

To:

CHARLES, Glyndwr  
Reinhard, Skuhra, Weise & Partner  
Friedrichstrasse 31  
80801 München  
ALLEMAGNE

<b>Eingegangen</b>	
Reinhard • Skuhra • Weise	
12. Jan. 2004	
Frist	Erl.

Date of mailing (day/month/year) 24 December 2003 (24.12.03)		
Applicant's or agent's file reference s2405GC/nen		<b>IMPORTANT NOTICE</b>
International application No. PCT/EP03/05333	International filing date (day/month/year) 21 May 2003 (21.05.03)	
		Priority date (day/month/year) 13 June 2002 (13.06.02)
Applicant INFINEON TECHNOLOGIES AG et al		

1. Notice is hereby given that the International Bureau has communicated, as provided in Article 20, the international application to the following designated Offices on the date indicated above as the date of mailing of this notice:

CN, EP, JP, KR, US

In accordance with Rule 47.1(c), third sentence, those Offices will accept the present notice as conclusive evidence that the communication of the international application has duly taken place on the date of mailing indicated above and no copy of the international application is required to be furnished by the applicant to the designated Office(s).

2. The following designated Offices have waived the requirement for such a communication at this time:

None

The communication will be made to those Offices only upon their request. Furthermore, those Offices do not require the applicant to furnish a copy of the international application (Rule 49.1(a-bis)).

3. Enclosed with this notice is a copy of the international application as published by the International Bureau on 24 December 2003 (24.12.03) under No. WO 03/107639

4. **TIME LIMITS for filing a demand for international preliminary examination and for entry into the national phase**

The applicable time limit for entering the national phase will, subject to what is said in the following paragraph, be 30 MONTHS from the priority date, not only in respect of any elected Office if a demand for international preliminary examination is filed before the expiration of 19 months from the priority date, but also in respect of any designated Office, in the absence of filing of such demand, where Article 22(1) as modified with effect from 1 April 2002 applies in respect of that designated Office. For further details, see *PCT Gazette* No. 44/2001 of 1 November 2001, pages 19926, 19932 and 19934, as well as the *PCT Newsletter*, October and November 2001 and February 2002 issues.

In practice, time limits other than the 30-month time limit will continue to apply, for various periods of time, in respect of certain designated or elected Offices. For regular updates on the applicable time limits (20, 21, 30 or 31 months, or other time limit), Office by Office, refer to the *PCT Gazette*, the *PCT Newsletter* and the *PCT Applicant's Guide*, Volume II, National Chapters, all available from WIPO's Internet site, at <http://www.wipo.int/pct/en/index.html>.

For filing a demand for international preliminary examination, see the *PCT Applicant's Guide*, Volume I/A, Chapter IX. Only an applicant who is a national or resident of a PCT Contracting State which is bound by Chapter II has the right to file a demand for international preliminary examination (at present, all PCT Contracting States are bound by Chapter II).

It is the applicant's sole responsibility to monitor all these time limits.

The applicant is hereby notified that, at the time of establishment of this Notice, the time limit under Rule 46.1 for making amendments under Article 19 has not yet expired and the International Bureau had received neither such amendments nor a declaration that the applicant does not wish to make amendments.

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland	Authorized officer  Judith Zahra
Facsimile No. (41-22) 740.14.35	Telephone No. (41-22) 338.91.11

BEST AVAILABLE COPY

PCT/EP03/05333

## PATENT COOPERATION TREATY

PCT

NOTIFICATION CONCERNING  
SUBMISSION OR TRANSMITTAL  
OF PRIORITY DOCUMENT

(PCT Administrative Instructions, Section 411)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

CHARLES Glyndwr  
Reinhard, Skuhra, Weise & Partner  
GmbH  
Friedrichstrasse 31  
80801 München  
GermanyEingegangen  
Reinhard • Skuhra • Weise  
19. Aug. 2003

Frist

Erh.

Date of mailing (day/month/year) 07 August 2003 (07.08.03)	
Applicant's or agent's file reference s2405GC/nen	IMPORTANT NOTIFICATION
International application No. PCT/EP03/05333	International filing date (day/month/year) 21 May 2003 (21.05.03)
International publication date (day/month/year) Not yet published	Priority date (day/month/year) 13 June 2002 (13.06.02)
Applicant INFINEON TECHNOLOGIES AG et al.	

1. The applicant is hereby notified of the date of receipt (except where the letters "NR" appear in the right-hand column) by the International Bureau of the priority document(s) relating to the earlier application(s) indicated below. Unless otherwise indicated by an asterisk appearing next to a date of receipt, or by the letters "NR" in the right-hand column, the priority document concerned was submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b).
2. This updates and replaces any previously issued notification concerning submission or transmittal of priority documents.
3. An asterisk (\*) appearing next to a date of receipt in the right-hand column, denotes a priority document submitted or transmitted to the International Bureau but not in compliance with Rule 17.1(a) or (b). In such a case, the attention of the applicant is directed to Rule 17.1(c) which provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.
4. The letters "NR" appearing in the right-hand column denote a priority document which was not received by the International Bureau or which the applicant did not request the receiving Office to prepare and transmit to the International Bureau, as provided by Rule 17.1(a) or (b), respectively. In such a case, the attention of the applicant is directed to Rule 17.1(c) which provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.

Priority date	Priority application No.	Country or regional Office or PCT receiving Office	Date of receipt of priority document
13 June 2002 (13.06.02)	102 26 348.5	DE	29 July 2003 (29.07.03)

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland	Authorized officer: A. ZOLTANSKI (Fax: 338 89 75)
Facsimile No. (41-22) 338 89 75	Telephone No. (41-22) 338 86 08